



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

①⑫ **Offenlegungsschrift**  
①⑩ **DE 44 07 334 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**G 05 B 19/05**

②① Aktenzeichen: P 44 07 334.8  
②② Anmeldetag: 2. 3. 94  
④③ Offenlegungstag: 14. 9. 95

DE 44 07 334 A 1

⑦① Anmelder:  
Lange, Reinhard, Dipl.-Ing., 14129 Berlin, DE

⑦② Erfinder:  
gleich Anmelder

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren zum Erstellen und Darstellen von Steuerungen

⑤⑦ Es wird ein Verfahren angegeben, mit dem sich Steuerungen auf einfache Weise graphisch entwerfen lassen. Die gewünschte Funktion der Steuerung wird als ereignisgesteuertes Netzwerk von Symbolen mit frei wählbaren Verbindungen graphisch in einen Computer eingegeben oder von einem Computer dargestellt. Das Netzwerk in maschinenlesbare Form umgewandelt kann von dem Computer oder einem separaten Steuerungsrechner als Steuerungsprogramm verwendet werden. Das Netzwerk sieht aus wie ein Stromlaufplan, bei den Symbolen handelt es sich jedoch um logische Symbole, nicht um elektronische Bauteile. Die Symbole können den Sensoren bzw. Aktoren am Steuerungsrechner zugeordnet sein. Es kann sich aber auch um virtuelle Geräte, wie ein Uhr oder ein Verzögerungsglied handeln. Verbindungen des Netzwerkes dienen der Weitergabe von Ereignissen. Ereignisse werden von Sensoren und virtuellen Geräten erzeugt und wirken auf die Aktoren. Diese Ereignisse können auch Informationen enthalten. Das Verfahren eignet sich für speicherprogrammierbare Steuerungen sowie DDC-Anlagen.

DE 44 07 334 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 07. 95 508 037/65

4/28

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Erstellen und Darstellen von Steuerungen. Das Verfahren eignet sich besonders für die Projektierung von speicherprogrammierbaren Steuerungen und DDC Anlagen.

Bisher werden speicherprogrammierbare Steuerungen durch logische Verknüpfungen oder durch Programmiersprachen programmiert. Solche Verfahren lassen sich auch graphisch realisieren, indem ein Ablaufdiagramm das Programm darstellt, oder durch die Abbildung der physikalischen Zusammenhänge einer Steuerung in einem Schaltbild.

In DE 38 20 028 wird eine Anlage beschrieben, bei der die Eingabe der Steuerungsfunktion durch ein digitalelektronisches Schaltbild erfolgt.

Ein Ablaufdiagramm stellt immer nur die sequentielle Abarbeitung von Einzelvorgängen dar. Die quasi parallele Bearbeitung, z. B. die gleichzeitige Überwachung eines Kontaktes und einer Temperatur, ist nur in unübersichtlicher Weise möglich und erfordert spezielle Kenntnisse der Programmierung.

Die Darstellung in einem Schaltbild durch physikalische Entsprechungen, etwa durch Symbole aus der Digitalelektronik, hat den Nachteil, daß Verknüpfungen nicht frei von Rückwirkungen sind. Hier besteht die Gefahr von Kurzschlüssen, undefinierten Eingängen sowie Timingfehlern.

Ein weiterer Nachteil liegt in der unterschiedlichen Behandlung von Zuständen und Ereignissen. Physikalische Zustände liegen konstant an den Ein- bzw. Ausgängen an, während Ereignisse sich nur durch kurzzeitige Veränderung äußern. Eine Steuerung muß beide Größen verarbeiten können, die Umwandlung von der einen in die andere ist mit o. g. Verfahren kompliziert. Die Ansteuerung eines Leuchtmittels durch eine Lichtschranke z. B. erfordert eine Hilfskonstruktion zur Umsetzung von einem oder mehreren Ereignissen (von der Lichtschranke) in einen Zustand (Leuchtmittel an/aus).

Die Zielsetzung der Erfindung ist ein Verfahren, mit dem der Benutzer einer Steuerung in die Lage versetzt wird, individuelle Programme einfach zu entwerfen, d. h. er soll ein Schema seiner Steuerung möglichst abstrakt eingeben können, ohne sich kompliziertes, systemspezifisches Wissen aneignen oder auf physikalische Einschränkungen achten zu müssen. Zustände und Ereignisse sollen parallel verarbeitet werden können.

Nach der Erfindung zeichnet sich ein Verfahren zur Erstellung von Steuerungen dadurch aus, daß die Funktion der Steuerung als ereignisgesteuertes Netzwerk von Symbolen mit frei wählbaren Verbindungen graphisch in einen Computer (Personalcomputer, Workstation oder Industriecomputer) eingegeben oder von einem Computer dargestellt wird, anschließend von dem Computer in eine zweckmäßig formatierte Netzliste umgewandelt wird, die dann von diesem oder einem anderen Steuerungscomputer als Steuerungsprogramm verwendet wird. Dieser Steuerungscomputer verfügt über Ein- und Ausgänge, an die Sensoren und Aktoren angeschlossen sind und die bei der Eingabe des Netzwerkes den Symbolen zugeordnet worden sind.

Die Funktion des Steuercomputers entspricht durch das erfindungsgemäße Verfahren der logischen Bearbeitung von Ereignissen in dem vom Benutzer eingegebenen Netzwerk. Der Benutzer legt das Netzwerk fest. Sensoren oder die Uhr oder ein anderes virtuelles Gerät veranlassen den Steuerungscomputer, ein Ereignis zu

erzeugen, und dem Netzwerk entsprechend auf die Ausgänge zu wirken.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ist ein Symbol ein Funktionselement, die Entsprechung für einen an die Steuerung angeschlossenen Sensor, Aktor oder ein virtuelles Gerät. Virtuelle Geräte sind Uhren, Filter, Verzögerungsglieder oder steuern den Programmablauf in dem Steuerungscomputer. Der Benutzer des Verfahrens fügt sie bei Bedarf in das Netzwerk ein. Jedes Symbol hat Anschlüsse, die mit den Anschlüssen anderer Symbole individuell verbunden werden können. Verbindung heißt, ein Ereignis, das einmal von einem Symbolausgang generiert wurde wirkt auf jeden Symboleingang in der Verbindung. Es können gleichzeitig mehrere Ein- und Ausgänge verbunden werden, die vollständige Verbindung heißt Knoten. Das Symbol eines Sensors hat Ausgänge, das eines Aktors Eingänge. Virtuelle Geräte haben Eingänge und/oder Ausgänge.

Das Netzwerk sieht aus wie ein elektronischer Schaltplan, nur anstelle von den Bauteilen befinden sich logische Symbole. Ein Netzwerk kann aus mehreren Graphen bestehen, die entweder unabhängig voneinander sind oder über gemeinsame Marken Ereignisse austauschen können. Gemäß einer bevorzugten Ausbildungsform des Verfahrens werden die jeweiligen Aufgaben der zu erstellenden Steuerung so aufgeteilt, daß jede Teilaufgabe in einem Graphen auf einer eigenen Seite dargestellt wird. Das erwünschte Steuerungsprogramm ist die Zusammenfassung aller Graphen.

Ein Ereignis gemäß der Erfindung ist eine einmalige Nachricht, die einen Inhalt enthalten kann. Jedes Ereignis wirkt in genau einem Knoten. Die Wirkung umfaßt alle Eingänge des Knotens, Ausgänge bleiben unbeeinflusst.

Die Erfindung erlaubt es, die Funktion des Steuerungscomputers auf dem Eingabecomputer zu simulieren. Die Simulation kann anhand der graphischen Darstellung des Netzwerkes vorgenommen werden. Auch eine Fehleranalyse im laufenden Betrieb kann mit der graphischen Darstellung durchgeführt werden, indem die eingetretenen Ereignisse in die Graphik eingeblendet werden.

Eine zur Ausführung des Verfahrens geeignete Vorrichtung zeigt Fig. 3. Auf dem Eingabecomputer 1 läuft ein Programm ab, in dem der Benutzer seine individuelle Steuerung gemäß der Erfindung eingeben kann, und das das Netzwerk in eine maschinenlesbare Form umwandelt. Auf Befehl des Benutzers wird der Steuerungscomputer 3 initialisiert und erhält über eine Schnittstelle 2 des Eingabecomputers das Netzwerk mit den Zuordnungen der Sensoren 6 und Aktoren 7 zu den Ein-/Ausgabeanschlüssen 5 der Steuerung. Gemäß einer bevorzugten Auslegungsform der Vorrichtung werden die Ein- und Ausgabebaugruppen 5 über ein Controllernetzwerk 4 (nicht zu verwechseln mit dem graphischen Netzwerk) mit dem Steuerungscomputer 3 verbunden. Dadurch ist eine anpassungsfähige Bestückung der zu steuernden Anlage gewährleistet. Der Steuerungscomputer 3 arbeitet auch unabhängig von dem Eingabecomputer 1, so daß deren Verbindung getrennt werden kann oder der Eingabecomputer abgeschaltet werden kann, ohne den Steuerungsvorgang zu behindern.

Das erwähnte Programm für den Eingabecomputer arbeitet auf Dokumenten, die jeweils ein Netzwerk enthalten können. Es wird zweckmäßigerweise mit einem graphischen Eingabegerät bedient (Maus, Rollball, Tablett, Lichtstift, etc.) und enthält Zeichenwerkzeuge zum Erstellen der Graphen, sowie Steuerbefehle, um Netz-

werke zu speichern, zu laden oder in den Steuerungscomputer 3 zu transferieren und auszuführen.

Fig. 1 und Fig. 2 zeigen zwei Beispiele für erfindungsgemäße ereignisgesteuerte Netzwerke. Diese Netzwerke können vom Benutzer der Erfindung eingegeben werden, um sie danach in einem Steuerungscomputer 3 ausführen zu lassen.

Fig. 1 stellt eine Lösung für folgendes Problem dar. Ein Verbraucher soll durch verschiedene Sensoren angeschaltet werden können. Dieser Verbraucher soll nach 5 Minuten automatisch wieder abgeschaltet werden. Er soll jedoch wenigstens einmal am Tag betrieben werden. Sowohl die Sensoren als auch der Verbraucher sind mit dem Steuercomputer verbunden. Die Sensoren sind Taster oder Lichtschranken und sind den Symbolen 8 zugeordnet. Der Verbraucher ist dem Aktor 9 zugeordnet und kann an- bzw. ausgeschaltet werden. Bei Betätigung eines Sensors 8 wird auf Knoten 12 ein Ereignis ausgelöst. Ein Ereignis auf Knoten 12 bewirkt

- am Aktor 9 das Einschalten des Verbrauchers,
- das Starten des 5 min. Timers 10 und
- das Starten des 24 h Timers 11.

Sobald der 5 min. Timer 10 abgelaufen ist, erzeugt er ein Ereignis auf Knoten 13 und schaltet dadurch den Verbraucher wieder aus. Wird jedoch vor Ablauf der Zeit ein Sensor 8 erneut betätigt, werden die Timer 10 und 11 erneut gestartet. Dadurch ist es möglich, den Verbraucher länger als 5 min. zu betreiben. Wenn 24 Stunden lang kein Sensor betätigt wird, dann läuft der Timer 11 ab und erzeugt seinerseits ein Ereignis auf Knoten 12, startet damit den Verbraucher für 5 Minuten und sich selbst. D. h. spätestens 24 Stunden nach der letzten Aktivität wird der Verbraucher automatisch eingeschaltet, wodurch die Anforderung erfüllt wird.

In dem Netzwerk nach Fig. 2 enthalten die Ereignisse eine Information in Form einer Zahl. Der Antrieb einer Heizung soll in Abhängigkeit eines Temperaturfühlers und der Zeit gesteuert werden. Der Temperaturfühler, dargestellt als Sensor 15, liefert periodisch Ereignisse auf Knoten 21, die die gemessene Gradzahl enthalten. Die Uhr 14 ist ein virtuelles Gerät. Sie liefert zu einstellbaren Zeiten eine Solltemperatur als Ereignis auf dem Knoten 20. Die Filter 17, 18 und 19 sind ebenso virtuelle Gräte. Sie enthalten einen mathematischen Ausdruck, der ausgewertet wird, sobald ein Ereignis anliegt. Die Filter 18 und 19 geben das Ereignis nur weiter, wenn der Vergleich zutrifft (b ist wahr). Der Filter 17 gibt jedes Ereignis von Knoten 20 weiter auf Knoten 22, er verändert aber dessen Zahl. Der Aktor 16 ist dem Ausgang zum Antrieb der Heizung zugeordnet. Er wird angeschaltet, wenn die Isttemperatur 2° unter dem Sollwert liegt (Filter 18 und Knoten 23). Das Ereignis zum Ausschalten wird erzeugt, wenn der Istwert über dem Sollwert liegt (Filter 19 und Knoten 24). Der Aktor 16 ignoriert die Information der Ereignisse und reagiert nur auf das Auftreten eines Ereignisses an den Knoten 23 und 24. Dieses Beispiel zeigt, daß es mit dem erfindungsgemäßen Verfahren auch möglich ist, Regler zu entwerfen.

Die Beispiele aus Fig. 1 und Fig. 2 können auch gemeinsam ein Netzwerk bilden. Diese beiden Graphen würden dann im Steuerungscomputer 3 parallel angewendet werden.

tels eines Computers, dadurch gekennzeichnet, daß

- a) der Benutzer die Funktion der Steuerung graphisch in Form eines Netzwerkes von Symbolen mit Anschlüssen und Verbindungen in einen Computer eingibt, wobei Verbindungen den Austausch von Ereignissen bewirken, Symbole Entsprechungen für Sensoren, Aktoren oder interne Funktionen der speicherprogrammierbaren Steuerung sind und Ereignisse an den Anschlüssen erzeugen oder verarbeiten,
- b) das Netzwerk in maschinenlesbarer Form von dem Computer an die speicherprogrammierbare Steuerung übertragen wird, und
- c) die speicherprogrammierbare Steuerung die Funktion des Netzwerkes ausführt, indem sie den Ablauf der Ereignisse errechnet und entsprechend auf die Aktoren wirkt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Computer das Netzwerk auf einem Ausgabegerät graphisch darstellt.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

#### Patentansprüche

##### 1. Verfahren zum Erstellen von Steuerungen mit-

- Leers ite -

Fig. 1

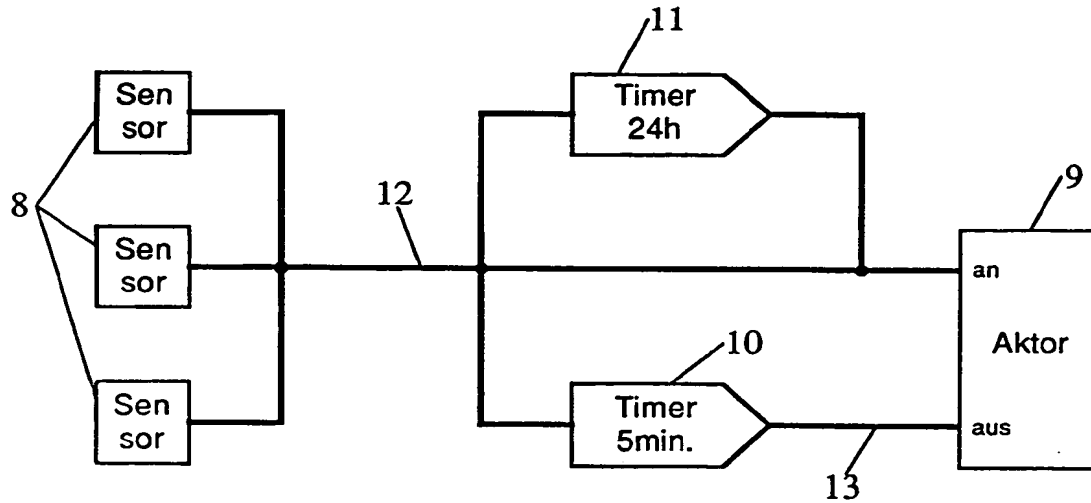


Fig. 2

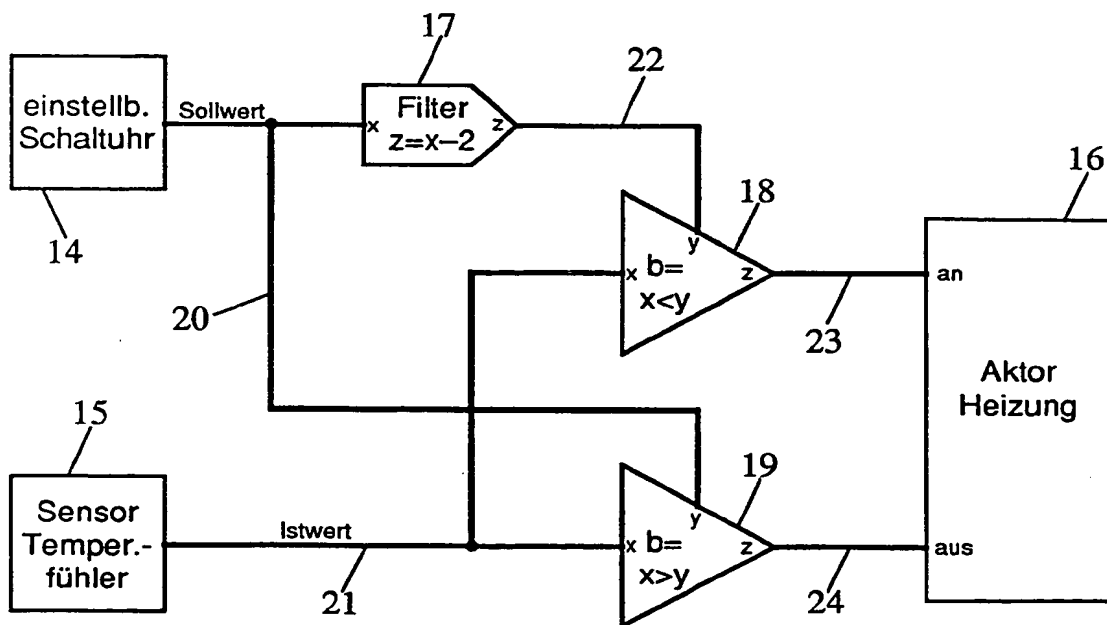


Fig. 3

